

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-338717

(43)Date of publication of application : 24.12.1996

(51)Int.Cl.

G01B 21/20

(21)Application number : 07-171350

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 14.06.1995

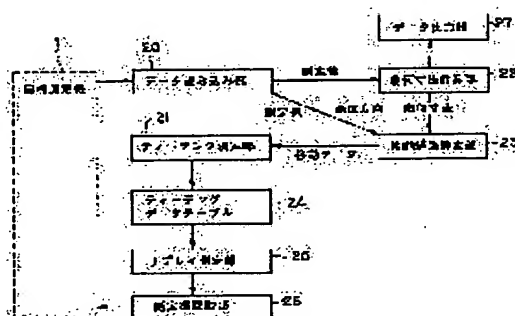
(72)Inventor : MACHI NOBUKATSU

(54) THREE-DIMENSIONAL COORDINATES MEASURING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a three-dimensional coordinates measuring device for easily and quickly preparing travel data on automatic measurement.

CONSTITUTION: In the three-dimensional coordinates measuring device for measuring the shape of an object to be inspected by reading the value of each scale of X, Y, and Z axes when a sensing element detects the measuring point of the object to be inspected being placed on a base, a data reading part 20 for reading a measuring coordinate value and a measuring direction for each measurement point of the object to be inspected being measured by automatic measurement and a travel path setting part 23 for preparing a travel path on automatic measurement by preparing the passage point of the sensing element to a measurement point are provided, thus automatically preparing the travel path on automatic measurement and hence eliminating the need for a troublesome operation.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.09.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 03.12.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-338717

(43) 公開日 平成8年(1996)12月24日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 21/20	1 0 1		G 0 1 B 21/20	1 0 1 Z

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平7-171350

(22) 出願日 平成7年(1995)6月14日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 町井 暢且

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

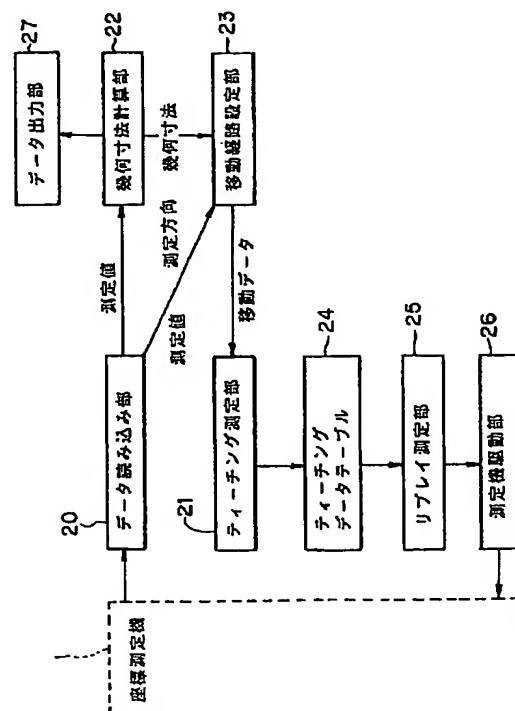
(74) 代理人 弁理士 木内 修

(54) 【発明の名称】 三次元座標測定装置

(57) 【要約】

【目的】 自動測定時の移動データを簡単にかつ短時間で作成することができる三次元座標測定装置を提供する。

【構成】 ベース上に置かれた被検物の測定点を検出子が検出した時のX軸、Y軸及びZ軸の各スケールの値を測定座標値として読み込み、被検物の形状を測定する三次元座標測定装置において、測定座標値と測定方向を、自動測定で測定する被検物の測定点についてそれぞれ読み取るデータ読み込み部20と、測定座標値と測定方向を用いて、測定点に至るまでの検出子の経過点を作成して自動測定時の移動経路を作成する移動経路設定部23とを備える。自動測定時の移動経路を自動的に作成することができるので、面倒な作業が不要になる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 定盤上に置かれた被検物の測定点を検出子が検出した時の X 軸、Y 軸及び Z 軸の各スケールの値を測定座標値として読み込み、被検物の形状を測定する三次元座標測定装置において、

前記測定座標値と、前記被検物の測定点を前記検出子が検出する時の前記検出子の移動方向である測定方向とを、自動測定で測定する前記被検物の測定点についてそれぞれ読み取る測定データ読み込み手段と、

前記測定座標値と前記測定方向を用いて、前記測定点に至るまでの前記検出子の経過点を作成して前記自動測定時の移動経路を作成する移動経路作成手段とを備えていることを特徴とする三次元座標測定装置。

【請求項 2】 前記自動測定で測定される前記被検物の幾何形状の種類を指定し、その種類を表すデータを出力する幾何形状指定手段と、

前記幾何形状指定手段で指定された幾何形状と前記測定座標値とを用いて、前記指定された幾何形状の幾何寸法を演算する幾何寸法演算手段とを備え、

前記移動経路作成手段は、前記測定座標値、前記測定方向及び前記幾何寸法を用いて、前記指定された幾何形状に応じて前記移動経路を作成するように構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の三次元座標測定装置。

【請求項 3】 前記移動経路作成手段は、前記被検物の測定面の法線方向に前記測定点から退避距離だけ離れた位置に前記経過点を作成するように構成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の三次元座標測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、定盤上に置かれた被検物にプローブが接触した時の X 軸、Y 軸及び Z 軸の各スケールの値を測定座標値として読み込み、被検物の形状を測定する三次元座標測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、この種の三次元座標測定装置において、CNC (Computerized Numerical Control) 駆動による自動測定の手順を覚えこませるティーチング測定時に、自動測定に必要な全ての測定点について被検物の測定座標値を読み込むと共に、自動測定の際に経過点となる全ての位置にプローブを移動させてその空間座標値の読み込みを行い、空間座標値を経過点、測定座標値を測定点として移動データを作成するという方法が知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来技術では、ティーチング測定の際に、経過点とすべき全ての位置にプローブをいちいち手動操作で移動させてその空間座標値の読み込みを行うという非常に面倒な作業を行わなければならない、ティーチング測定に大変な手

間と時間がかかってしまうという問題があった。

【0004】 この発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、その課題は自動測定時の移動データを簡単にかつ短時間で作成することができる三次元座標測定装置を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】 前述の課題を解決するため請求項 1 記載の発明に係る三次元座標測定装置は、定盤上に置かれた被検物の測定点を検出子が検出した時の X 軸、Y 軸及び Z 軸の各スケールの値を測定座標値として読み込み、被検物の形状を測定する三次元座標測定装置において、前記測定座標値と、前記被検物の測定点を前記検出子が検出する時の前記検出子の移動方向である測定方向とを、自動測定で測定する前記被検物の測定点についてそれぞれ読み取る測定データ読み込み手段と、前記測定座標値と前記測定方向を用いて、前記測定点に至るまでの前記検出子の経過点を作成して前記自動測定時の移動経路を作成する移動経路作成手段とを備えている。

【0006】 請求項 2 記載の発明に係る三次元座標測定装置は、前記自動測定で測定される前記被検物の幾何形状の種類を指定し、その種類を表すデータを出力する幾何形状指定手段と、前記幾何形状指定手段で指定された幾何形状と前記測定座標値とを用いて、前記指定された幾何形状の幾何寸法を演算する幾何寸法演算手段とを備え、前記移動経路作成手段は、前記測定座標値、前記測定方向及び前記幾何寸法を用いて、前記指定された幾何形状に応じて前記移動経路を作成するように構成されている。

【0007】 請求項 3 記載の発明に係る三次元座標測定装置は、前記移動経路作成手段は、前記被検物の測定面の法線方向に前記測定点から退避距離だけ離れた位置に前記経過点を作成するように構成されている。

【0008】

【作用】 請求項 1 記載の三次元座標測定装置では、測定データ読み込み手段が測定座標値と測定方向とを自動測定で測定する被検物の測定点についてそれぞれ読み取ると共に、移動経路設定手段が測定データ読み込み手段で読み取った測定座標値と測定方向を用いて、前記測定点に至るまでの検出子の経過点を作成して自動測定時の移動経路を作成するので、自動測定時の移動経路を自動的に作成することができる。そのため、自動測定時の移動データを作成するための面倒な作業が不要になる。

【0009】 請求項 2 記載の三次元座標測定装置では、移動経路作成手段が、測定座標値、測定方向、及び幾何形状指定手段で指定された幾何形状の幾何寸法を用いて、幾何形状に応じて自動測定時の移動経路を作成するので、どのような幾何形状を有する被検物についても、自動測定時の移動経路を自動的に作成することができる。

【0010】

【実施例】以下この発明の実施例を図面に基いて説明する。

【0011】図1はこの発明の一実施例に係る三次元座標測定装置を示しており、この装置は図2に示す三次元座標測定機を有している。

【0012】三次元座標測定機1は、図2に示すように、被検物Sを載せるベース（定盤）2と、ベース2上に配置されたブリッジ3とを備えている。ブリッジ3は、左右の支柱3a、3bと両支柱の上部に架け渡されたX軸ガイド3cとからなり、ベース2上に設けられたY軸ガイド4により案内されてY軸方向に移動可能である。X軸ガイド3cにはキャリッジ5がX軸方向に移動可能に支持され、キャリッジ5にはスピンドル6がZ軸方向（鉛直方向）に移動可能に支持されている。スピンドル6の先端に接触式のプローブ7が取り付けられている。この三次元座標測定機は、キャリッジ5のX軸方向の移動量、ブリッジ3のY軸方向の移動量及びスピンドル6のZ軸方向の移動量をそれぞれ検出するX軸用、Y軸用及びZ軸用エンコーダ（図示略）を備えている。また、図2において、符号8は各種の操作部を有する操作パネルである。

【0013】図1に示す三次元座標測定装置は、ベース2上に置かれた被検物Sに接触式のプローブ（検出子）7が接触した時のX軸、Y軸及びZ軸用の各エンコーダの検出値（各スケールの値）を測定座標値として読み込み、被検物Sの形状を測定するものである。三次元座標測定装置は、データ読み込み部20と、ティーチング測定部21と、幾何寸法計算部22と、移動経路設定部23と、ティーチングデータテーブル24とを備えている。

【0014】データ読み込み部20は、CNC（Computerized Numerical Control）駆動による自動測定の手順を覚えこませるティーチング測定時に、プローブ7が被検物Sに接触した時の前記測定座標値（以下、単に測定値という）と、プローブ7が被検物Sに接触する時のプローブ7の移動方向である測定方向とを、自動測定に必要な全ての測定点についてそれぞれ読み取り、それらのデータを出力するように構成されている。測定方向は、プローブ7が被検物Sに接触するまでの各エンコーダで検出される各軸方向の移動量の変化に基づいて求められる。そして、測定方向の符号は、プローブ7が被検物Sに近づく方向を負とし、その逆の方向を正とする。

【0015】ティーチング測定部21は、自動測定で測定される被検物Sの幾何形状の種類を指定し、その種類を表すデータを出力する。幾何形状の種類の指定は、図2に示す操作パネル8上にあるティーチング測定部21の操作部によりマニュアル操作でなされる。

【0016】なお、このティーチング測定部21は、三次元座標測定機1の機械座標系とは別に、被検物S対

して作られた基準座標系における基準面（図10～図12で示す基準面10）の位置を示すデータを持っている。すなわち、三次元座標測定装置は、被検物Sに対して基準座標系を作っておき、この基準座標系における基準面の位置を指定しておき、かつ基準座標系に対して前記自動測定時の移動データを作るようになっている。これによって、被検物Sをベース2上のどこに置いても、後述するティーチング測定処理で作成される同じ移動データでCNC駆動による自動測定を行なうことができる。

【0017】幾何寸法計算部22は、ティーチング測定部21で指定されている点、円、直線、楕円、平面、円筒、円錐などの幾何形状の種類に応じて必要な点数以上の測定値をデータ読み込み部20から取り込み、その取り込んだ測定値より幾何寸法（指定された幾何形状の寸法）を計算する。

【0018】移動経路設定部23は、前記ティーチング測定時に、データ読み込み部20から取り込んだ測定値及び測定方向と、幾何寸法計算部22から取り込んだ幾何寸法とを用いて、ティーチング測定部21で指定された幾何形状の種類に応じて移動経路を作成し、この作成した移動経路を移動データとしてティーチング測定部21に出力する。

【0019】前記ティーチング測定部21は、移動経路設定部23で得られた移動データをティーチングデータとしてティーチングデータテーブル24に出力する。このデータテーブル24がティーチングデータをティーチング測定部21で指定された幾何形状の種類毎に順に保存する。すなわち、データテーブル24が移動経路を記憶する記憶手段を構成する。

【0020】また、前記三次元座標測定装置は、リプレイ測定部25と、測定機駆動部26と、データ出力部27とを備えている。

【0021】リプレイ測定部25は、ティーチングデータテーブル24よりティーチングデータを読み込み、読み込んだティーチングデータの順に、前記移動データに従ったCNC駆動による自動測定を行なうための駆動指令を測定機駆動部26へ出力する。

【0022】測定機駆動部26は、リプレイ測定部25からの駆動指令に従って三次元座標測定機1を駆動する。これによって、CNC駆動による自動測定が行なわれる。この時、CNC駆動による自動測定により得られる測定値はデータ読み込み部20で読み込み、その測定値に基づき幾何寸法計算部22が幾何寸法を求める。求められた幾何寸法がデータ出力部27から出力されるようになっている。

【0023】次に、上記一実施例に係る三次元座標測定装置の動作を図3～図12に基づいて説明する。

【0024】図3のフローチャートは、ティーチング測定処理を示している。

【0025】ステップ31では、測定する幾何形状の種類を指定する。なお、この指定は、図2に示す操作パネル8上にあるティーチング測定部21の操作部によりマニュアル操作でなされる。

【0026】ステップ32では、ステップ31で指定された幾何形状の種類に応じた必要な点（測定点）数以上の測定値をマニュアル操作により取り込む。この取り込みも、前記操作パネル8上にある前記操作部とは別の操作部によりなされる。

【0027】ステップ33では、ステップ32で取り込んだ測定値から前記指定された幾何形状の幾何寸法を計算する。

【0028】ステップ34では、ステップ32で取り込んだ測定値とステップ33で計算された幾何寸法とを用いて、CNC駆動による自動測定のための移動経路設定処理を行って移動データを作成する。

【0029】ステップ35では、ステップ34で作成された移動データを保存する。

【0030】ステップ36では、ティーチング測定が終了したか否かを判定し、その測定が終了していなければステップ31に戻り、処理を続ける。その測定が終了していれば、ティーチング測定処理を終了する。

【0031】図4のフローチャートは、図3に示すステップ34での移動経路設定処理を示している。

【0032】ステップ41では、図3のステップ31で指定された測定する幾何形状の種類を判定する。

【0033】その判定結果が点である場合には、ステップ42へ進み、点の移動経路設定処理を行う。

【0034】その判定結果が円である場合には、ステップ43へ進み、円の移動経路設定処理を行う。

【0035】その判定結果が直線である場合には、ステップ44へ進み、直線の移動経路設定処理を行う。

【0036】その判定結果が楕円である場合には、ステップ45へ進み、楕円の移動経路設定処理を行う。

【0037】その判定結果が球である場合には、ステップ46へ進み、球の移動経路設定処理を行う。

【0038】その判定結果が平面である場合には、ステップ47へ進み、平面の移動経路設定処理を行う。

【0039】その判定結果が円筒である場合には、ステップ48へ進み、円筒の移動経路設定処理を行う。

【0040】その判定結果が円錐である場合には、ステップ49へ進み、円錐の移動経路設定処理を行う。

【0041】このようにして、指定された幾何形状の種類に応じて移動経路設定処理がなされる。

【0042】図5のフローチャートは、図4のステップ42でなされる点の移動経路設定処理を示している。この処理を、図10及び図12を用いて説明する。両図において、符号a1～a6は測定点を、符号10は前記基準面を、符号11は測定面を、符号12～16は経過点をそれぞれ示している。

【0043】ステップ51では、第1測定点（測定点a1）をPiとする。

【0044】ステップ52では、退避方向Liを第1測定点Piの測定方向（測定点に近づく方向）とは逆向きにする。

【0045】ステップ53では、開始経過点12を、最初の前経過点13が作成されるべき仮想の点（前経過点13は、ステップ54で作成される）を基準面10に投影した点から、基準面10の法線方向に退避高さHだけ離れた位置に作成し、開始経過点12へ前記プローブ7を移動させるための開始経過点移動データを作成する。

【0046】ステップ54では、第1測定点Pi（測定点a1）の前経過点13を第1測定点Piから、ステップ52で設定された退避方向に退避距離Dだけ離れた位置に作成し、開始経過点12から前経過点13へプローブ7を移動させるための前経過点移動データを作成する。

【0047】ステップ55では、プローブ7を前経過点13から第1測定点Piへ移動させるための測定点移動データを作成する。

【0048】ステップ56では、第1測定点Piの後経過点を前経過点13と同じ位置に作成し、さらに、第1測定点Piからこの後経過点13へプローブ7を移動させるための後経過点移動データを作成する。

【0049】ステップ57では、全ての測定点に対する移動経路の設定処理が終了したか否かを判定する。その処理が終了していなければステップ58へ進み、終了していればステップ59へ進む。

【0050】処理が終了していない場合、ステップ58では、次の測定点（前の測定点がa1であれば測定点a2）をPiとする。

【0051】ステップ60では、ステップ52と同様に、退避方向Liを次の測定点Piの測定方向とは逆向きにする。

【0052】ステップ61では、直前の測定点（例えば図12の測定点a1）に対する退避方向と、次の測定点（例えば同図の測定点a2）に対する退避方向との交角b（図12参照）を算出する。

【0053】ステップ62では、ステップ61で算出された交角bが90度より大きいのか否かを判定する。交角bが90より大きければステップ63へ進み、交角bが90度以下であればステップ54へ戻る。このとき、交角bは90度以下であるのでステップ54へ戻る。

【0054】ステップ54では、次の測定点Pi（測定点a2）の前経過点14aを次の測定点Pi（測定点a2）から、ステップ60で設定された退避方向に退避距離Dだけ離れた位置に作成し、第1測定点Pi（測定点a1）の後経過点13から前経過点14aへプローブ7を移動させるための前経過点移動データを作成する。

【0055】ステップ55では、プローブ7を前経過点

14aから次の測定点P_i（測定点a₂）へ移動させるための測定点移動データを作成する。

【0056】ステップ56では、測定点P_i（測定点a₂）の後経過点を前経過点14aと同じ位置に作成し、さらに、その測定点P_iから後経過点14aへプローブ7を移動させるための後経過点移動データを作成する。

【0057】ステップ57では、全ての測定点に対する移動経路の設定処理が終了したか否かを判定する。このとき、その処理が終了していないのでステップ58へ進む。

【0058】ステップ58では、次の測定点（測定点a₃）をP_iとする。

【0059】ステップ60では、退避方向L_iを次の測定点P_i（測定点a₃）の測定方向とは逆向きにする。

【0060】ステップ61では、直前の測定点（測定点a₂）に対する退避方向と、次の測定点P_i（測定点a₃）に対する退避方向との交角b（図12参照）を算出する。

【0061】ステップ62では、ステップ61で算出された交角bが90度より大きいのか否かを判定する。このとき、交角bが90度より大きいので、ステップ63へ進む。

【0062】ステップ63では、直前の後経過点（図12の経過点14a）を基準面10に投影した点から、基準面10の法線方向に退避高さHだけ離れた位置に安全退避経過点17を作成し、さらに、後経過点14aから安全退避経過点17へプローブ7を移動させるための安全退避移動データを作成する。

【0063】この作成後、ステップ53へ戻る。このステップ53では、安全退避経過点17から次の前経過点（図12の経過点14b）へ移る前に、その前経過点14bが作成されるべき仮想の点を基準面10に投影した点から、基準面10の法線方向に退避高さHだけ離れた位置に安全退避経過点18を作成し、さらに、安全退避経過点17から安全退避経過点18へプローブ7を移動させるための経過点移動データを作成する。

【0064】次に、ステップ54へ進む。このステップ54では、次の測定点P_i（測定点a₃）の前経過点14bをその測定点P_iから、ステップ52で設定された退避方向に退避距離Dだけ離れた位置に作成し、さらに、安全退避経過点18から前経過点14bへプローブ7を移動させるための前経過点移動データを作成する。

【0065】ステップ55では、プローブ7を前経過点14bから測定点P_i（測定点a₃）へ移動させるための測定点移動データを作成する。

【0066】ステップ56では、測定点P_i（測定点a₃）の後経過点を前経過点14bと同じ位置に作成し、さらに、その測定点P_iから後経過点14bへプローブ7を移動させるための後経過点移動データを作成する。

【0067】上述したステップ53～58及び60～6

3を残りの全ての測定点について行う。

【0068】全ての測定点に対する移動経路の設定処理が終了してステップ59に進むと、最後の後経過点（図10及び図12の経過点15）を基準面10に投影した点から、基準面10の法線方向に退避高さHだけ離れた位置に終了経過点（図10及び図12の経過点16）を作成し、この終了経過点16へプローブ7を移動させるための終了経過点移動データを作成する。これによって、図5の処理が終了する。

【0069】図6のフローチャートは、図4のステップ43でなされる円の移動経路設定処理を示している。この処理を、図10及び図12を用いて説明する。

【0070】ステップ71では、測定する円が内径円か外径円かを第1測定点（測定点a₁）と、その測定方向と、計算された円の寸法とから判断する。

【0071】ステップ72では、第1測定点（測定点a₁）をP_iとする。

【0072】ステップ73では、測定する円が内径円か否かを、ステップ71での判断結果を用いて判定する。内径円であればステップ75へ進み、外径円であればステップ74へ進む。

【0073】ステップ74では、退避方向を円の中心から測定点へ向かう方向とする（図12参照）。

【0074】ステップ75では、退避方向を測定点から円の中心へ向かう方向とする（図10参照）。

【0075】ステップ76では、開始経過点12を、最初の前経過点13が作成されるべき仮想の点を基準面10に投影した点から、基準面10の法線方向に退避高さHだけ離れた位置に作成し、さらに、開始経過点12へプローブ7を移動させるための開始経過点移動データを作成する。

【0076】ステップ77では、第1測定点P_i（測定点a₁）の前経過点13を測定点P_iから、ステップ74又は75で設定された退避方向に退避距離Dだけ離れた位置に作成し、さらに開始経過点12から前経過点13へプローブ7を移動させるための前経過点移動データを作成する。この時退避方向は測定面11の測定点P_iの位置における法線方向になっている。

【0077】ステップ78では、プローブ7を前経過点13から第1測定点P_iへ移動させるための測定点移動データを作成する。

【0078】ステップ79では、第1測定点P_iの後経過点を前経過点13と同じ位置に作成し、さらに、第1測定点P_iから後経過点13へプローブ7を移動させるための後経過点移動データを作成する。

【0079】ステップ80では、全ての測定点に対する移動経路の設定処理が終了したか否かを判定する。その処理が終了していなければステップ81へ進み、終了していればステップ82へ進む。

【0080】処理が終了していない場合、ステップ81

では、次の測定点（前の測定点が a 1 であれば測定点 a 2）を P i とする。

【0081】ステップ 83 では、測定する円が内径円か否かを、ステップ 71 での判断結果を用いて判定する。内径円であればステップ 84 へ進み、外径円であればステップ 85 へ進む。

【0082】ステップ 84 では、退避方向を測定点から円の中心へ向かう方向とする。その後、ステップ 77 へ戻る。

【0083】ステップ 85 では、退避方向を円の中心から測定点へ向かう方向とする。

【0084】ステップ 86 では、前の測定点（例えば図 12 の測定点 a 2）に対する退避方向と、次の測定点（例えば同図の測定点 a 3）に対する退避方向との交角 b（図 12 参照）を算出する。

【0085】ステップ 87 では、ステップ 86 で算出された交角 b が 60 度より大きいかなかを判定する。交角 b が 60 度より大きければステップ 88 へ進み、交角 b が 60 度以下であればステップ 77 へ進む。このとき、交角 b は 60 度以下であるのでステップ 77 へ戻る。

【0086】ステップ 77 では、次の測定点 P i（測定点 a 2）の前経過点 14 a を次の測定点 P i（測定点 a 2）から、ステップ 85 で設定された退避方向に退避距離 D だけ離れた位置に作成し、第 1 測定点 P i（測定点 a 1）の後経過点 13 から前経過点 14 a へプローブ 7 を移動させるための前経過点移動データを作成する。

【0087】ステップ 78 では、プローブ 7 を前経過点 14 a から次の測定点 P i（測定点 a 2）へ移動させるための測定点移動データを作成する。

【0088】ステップ 79 では、測定点 P i（測定点 a 2）の後経過点を前経過点 14 a と同じ位置に作成し、さらに、その測定点 P i から後経過点 14 a へプローブ 7 を移動させるための後経過点移動データを作成する。

【0089】ステップ 80 では、全ての測定点に対する移動経路の設定処理が終了したか否かを判定する。このとき、その処理が終了していないのでステップ 81 へ進む。

【0090】ステップ 81 では、次の測定点（測定点 a 3）を P i とする。

【0091】ステップ 83 では、測定する円が内径か否かをステップ 71 での判断結果を用いて判定する。ここでは、外径円であるので、ステップ 85 へ進む。

【0092】ステップ 85 では、退避方向を円の中心から測定点へ向かう方向とする。

【0093】ステップ 86 では、前の測定点（例えば図 12 の測定点 a 2）に対する退避方向と、次の測定点 P i（例えば同図の測定点 a 3）に対する退避方向との交角 b を算出する。

【0094】ステップ 87 では、ステップ 86 で算出された交角 b が 60 度より大きいかなかを判定する。この

とき、交角 b が 60 度より大きいので、ステップ 88 へ進む。

【0095】ステップ 88 では、直前の後経過点（図 12 の経過点 14 a）を基準面 10 に投影した点から、基準面 10 の法線方向に退避高さ H だけ離れた位置に安全退避経過点 17 を作成し、さらに、後経過点 14 a から安全退避経過点 17 へプローブ 7 を移動させるための安全退避移動データを作成する。

【0096】この作成後、ステップ 76 へ戻る。このステップ 76 では、安全退避経過点 17 から次の前経過点（図 12 の経過点 14 b）へ移る前に、その前経過点 14 b が作成されるべき仮想の点を基準面 10 に投影した点から、基準面 10 の法線方向に退避高さ H だけ離れた位置に安全退避経過点 18 を作成し、さらに、安全退避経過点 17 から安全退避経過点 18 へプローブ 7 を移動させるための経過点移動データを作成する。

【0097】次に、ステップ 77 へ進む。このステップ 77 では、次の測定点 P i（測定点 a 3）の前経過点 14 b をその測定点 P i から、ステップ 85 で設定された退避方向に退避距離 D だけ離れた位置に作成し、さらに、安全退避経過点 18 から前経過点 14 b へプローブ 7 を移動させるための前経過点移動データを作成する。

【0098】ステップ 78 では、プローブ 7 を前経過点 14 b から測定点 P i（測定点 a 3）へ移動させるための測定点移動データを作成する。

【0099】ステップ 79 では、測定点 P i（測定点 a 3）の後経過点を前経過点 14 b と同じ位置に作成し、さらに、その測定点 P i から後経過点 14 b へプローブ 7 を移動させるための後経過点移動データを作成する。

【0100】上述したステップ 76～81 及び 83～88 を残りの全ての測定点について行う。

【0101】全ての測定点に対する移動経路の設定処理が終了するとステップ 82 へ進む。このステップ 82 では、最後の後経過点（図 10 及び図 12 の経過点 15）を基準面 10 に投影した点から、基準面 10 の法線方向に退避高さ H だけ離れた位置に終了経過点（図 10 及び図 12 の経過点 16）を作成し、さらに、この後経過点 15 から終了経過点 16 へプローブ 7 を移動させるための終了経過点移動データを作成する。これによって、図 6 の処理が終了する。

【0102】なお、幾何形状が楕円、球、円筒、円錐の場合にも、上述した円の移動経路設定処理と同様に、前記移動データを自動的に作成することができる。なお、円筒と円錐の退避方向は、測定点を中心軸に下ろした点と測定点との関係で設定する。

【0103】図 7 のフローチャートは、図 4 のステップ 44 でなされる直線の移動経路設定処理を示している。この処理を、図 11 を用いて説明する。図 11 では、符号 a 1～a 7 が測定点である。

【0104】ステップ 91 では、第 1 測定点（測定点 a

1) を P_i とする。

【0105】ステップ92では、退避方向 L_i を、基準面10の法線方向と、直線方向(測定点 $a_1 \sim a_7$ を通る直線方向)とに互いに直交する方向でかつ測定方向と逆の方向に向くように作成する。この時、退避方向は測定面11の法線方向になっている。

【0106】ステップ93では、開始経過点12を、最初の前経過点13が作成されるべき仮想の点を基準面10に投影した点から、基準面10の法線方向に退避高さ H だけ離れた位置に作成し、開始経過点12へ前記プローブ7を移動させるための開始経過点移動データを作成する。

【0107】ステップ94では、第1測定点 P_i (測定点 a_1) の前経過点13を測定面11から、ステップ92で設定された退避方向に退避距離 D だけ離れた位置に作成し、さらに開始経過点12から前経過点13へプローブ7を移動させるための前経過点移動データを作成する。

【0108】ステップ95では、プローブ7を前経過点13から第1測定点 P_i へ移動させるための測定点移動データを作成する。

【0109】ステップ96では、第1測定点 P_i の後経過点を前経過点13と同じ位置に作成し、さらに、第1測定点 P_i から後経過点13へプローブ7を移動させるための後経過点移動データを作成する。

【0110】ステップ97では、全ての測定点に対する移動経路の設定処理が終了したか否かを判定する。その処理が終了していなければステップ98へ進み、終了していればステップ99へ進む。

【0111】ステップ98では、次の測定点(前の測定点 a_1 であれば測定点 a_2) を P_i とする。その後、ステップ94へ戻り、前記ステップ94、95及び96の処理を行ない、再び前記ステップ97へ進む。

【0112】このステップ97での判定時に、全ての測定点に対する移動経路の設定処理が終了していればステップ99へ進む。このステップ99では、最後の後経過点(図11の経過点15)を基準面10による投影した点から基準面10の法線方向に退避高さ H だけ離れた位置に終了経過点(図11の経過点16)を作成し、さらに最後の後経過点15から終了経過点16へプローブ7を移動させるための終了経過点移動データを作成する。これによって、図7の処理が終了する。

【0113】図8のフローチャートは、図4のステップ47でなされる平面の移動経路設定処理を示している。この処理を、図11を用いて説明する。

【0114】ステップ101では、第1測定点(測定点 a_1) を P_i とする。

【0115】ステップ102では、退避方向 L_i を、平面(測定面11)の法線方向でかつ測定方向と逆の方向に向くように作成する。

【0116】ステップ103では、開始経過点12を、最初の前経過点13が作成されるべき仮想の点を基準面10に投影した点から、基準面10の法線方向に退避高さ H だけ離れた位置に作成し、さらに、開始経過点12へ前記プローブ7を移動させるための開始経過点移動データを作成する。

【0117】ステップ104では、第1測定点 P_i (測定点 a_1) の前経過点13を測定面11から、ステップ102で設定された退避方向に退避距離 D だけ離れた位置に作成し、さらに開始経過点12から前経過点13へプローブ7を移動させるための前経過点移動データを作成する。

【0118】ステップ105では、プローブ7を前経過点13から第1測定点 P_i へ移動させるための測定点移動データを作成する。

【0119】ステップ106では、第1測定点 P_i の後経過点を前経過点13と同じ位置に作成し、さらに第1測定点 P_i から後経過点13へプローブ7を移動させるための後経過点移動データを作成する。

【0120】ステップ107では、全ての測定点に対する移動経路の設定処理が終了したか否かを判定する。その処理が終了していなければステップ108へ進み、終了していればステップ109へ進む。

【0121】ステップ108では、次の測定点(前の測定点 a_1 であれば測定点 a_2) を P_i とする。その後、ステップ104へ戻る。

【0122】ステップ104では、次の測定点 P_i (図11の測定点 a_2) の前経過点14を測定面11から、ステップ102で設定された退避方向に退避距離 D だけ離れた位置に作成し、さらに後経過点13から前経過点14へプローブ7を移動させるための前経過点移動データを作成する。

【0123】ステップ105では、プローブ7を前経過点14から次の測定点 P_i (測定点 a_2) へ移動させるための測定点移動データを作成する。

【0124】ステップ106では、測定点 P_i (測定点 a_2) の後経過点を前経過点14と同じ位置に作成し、さらにその測定点 P_i から後経過点14へプローブ7を移動させるための後経過点移動データを作成する。

【0125】上述したステップ104～108を残りの全ての測定点について行う。

【0126】全ての測定点に対する移動経路の設定処理が終了するとステップ109へ進む。

【0127】ステップ109では、最後の後経過点(図11の経過点15)から基準面10の法線方向に退避高さ H だけ離れた位置に終了経過点(図11の経過点16)を作成し、この終了経過点16へプローブ7を移動させるための終了経過点移動データを作成する。これによって、図8の処理が終了する。

【0128】以上のようにして、被検物 S の形状に応じ

た移動データが自動的に作成され、その移動データがティーチングデータとして幾何形状の種類とともに測定ごとにティーチングデータテーブル 24 に保存される。

【0129】次に、リプレイ測定処理（CNC 駆動による自動測定の処理）を図 9 に基づいて説明する。

【0130】ステップ 111 では、先頭の幾何形状のティーチングデータを読み込む。すなわち、ティーチングデータテーブル 24 に複数の幾何形状のティーチングデータが保存されている場合には、最初に保存された幾何形状のティーチングデータを読み込む。ティーチングデータには幾何形状の種類と移動データが含まれている。

【0131】ステップ 112 では、読み込んだティーチングデータのうちの、最初の移動データを読み込む。

【0132】ステップ 113 では、ステップ 112 で読み込んだ移動データの種類を判定する。その移動データが測定点移動データであればステップ 114 へ進み、その移動データが経過点移動データであればステップ 115 へ進む。

【0133】ステップ 114 では、測定点移動指定を出す。

【0134】ステップ 116 では、プローブ 7 が被検物 S に接触した時の測定値を取り込み、ステップ 117 へ進む。

【0135】一方、ステップ 115 では、経過点移動指令を出し、その後、ステップ 116 を実行せずにステップ 117 へ進む。すなわち、経過点移動では、プローブ 7 が被検物 S に接触したとしても、測定ミスを回避するためにその時の測定値を取り込まないようにしている。

【0136】ステップ 117 では、最初に読み込んだティーチングデータの全ての移動データが終了したか否かを判定する。そのデータが終了していれば、ステップ 119 へ進み、そうでなければステップ 118 へ進む。

【0137】ステップ 118 では、最初に読み込んだティーチングデータのうちの、次の移動データを読み込み、ステップ 113 へ戻る。

【0138】ステップ 119 では、最初に読み込んだティーチングデータに基づく前記自動測定により得られた全ての測定点の測定値から幾何形状の種類に応じて幾何寸法を計算し、ステップ 120 へ進む。

【0139】ステップ 120 では、ステップ 119 で計算した幾何寸法をデータ出力し、ステップ 121 へ進む。

【0140】ステップ 121 では、ティーチングデータが終了したか否かを判定する。すなわち、全ての幾何形状のティーチングデータが終了したか否かを判定する。そのデータが終了していなければ、ステップ 122 へ進む。

【0141】ステップ 122 では、前記最初に保存された幾何形状のティーチングデータの次に保存されている幾何形状のティーチングデータを読み込み、ステップ 1

12 へ戻る。前記ステップ 117 において、全ての幾何形状のティーチングデータが終了していれば、図 9 の処理が終了する。

【0142】上記一実施例によれば、自動測定時の移動経路を自動的に作成することができるので、上記従来技術のように、ティーチング測定の際に、全ての測定点に対して、経過点とすべき位置にプローブをいちいち手動操作で移動させてその空間座標値の読み込みを行うという非常に面倒な作業が不要になる。したがって、自動測定時の移動データを簡単にかつ短時間で作成することができる。

【0143】なお、上記各実施例では検出子として接触式のプローブ 7 を用いているが、検出子として非接触式のプローブを用いこともできる。非接触式のプローブとしては、例えば、被検物 S の表面にレーザ光等を照射し、その反射光を光電変換素子（2 分割された受光素子）で受光し、そこから得られる電気信号に基づいて照射光の焦点を被検物の表面に合致させることにより、被検物の位置を検出するものがある。

【0144】

【発明の効果】以上説明したように、請求項 1 記載の発明に係る三次元座標測定装置によれば、測定データ読み込み手段が測定座標値と測定方向とを自動測定で測定する被検物の測定点についてそれぞれ読み取ると共に、移動経路設定手段が測定データ読み込み手段で読み取った測定座標値と測定方向を用いて、前記測定点に至るまでの検出子の経過点を作成して自動測定時の移動経路を作成するので、自動測定時の移動経路を自動的に作成することができる。そのため、自動測定時の移動データを作成するための面倒な作業が不要になる。したがって、自動測定時の移動データを簡単にかつ短時間で作成することができる。

【0145】請求項 2 記載の発明に係る三次元座標測定装置によれば、移動経路作成手段が、測定座標値、測定方向、及び幾何形状指定手段で指定された幾何形状の幾何寸法を用いて、幾何形状に応じて自動測定時の移動経路を作成するので、どのような幾何形状を有する被検物についても、自動測定時の移動経路を自動的に作成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 はこの発明の一実施例に係る三次元座標測定装置を示すブロック図である。

【図 2】図 2 は図 1 に示す装置が使用される三次元座標測定機を示す概略構成図である。

【図 3】図 3 はティーチング測定処理を示すフローチャートである。

【図 4】図 4 は移動経路設定処理を示すフローチャートである。

【図 5】図 5 は点の移動経路設定処理を示すフローチャートである。

【図 6】図 6 は円の移動経路設定処理を示すフローチャートである。

【図 7】図 7 は直線の移動経路設定処理を示すフローチャートである。

【図 8】図 8 は平面の移動経路設定処理を示すフローチャートである。

【図 9】図 9 はリブレイ測定処理を示すフローチャートである。

【図 10】図 10 は内径円のティーチング測定を示す説明図である。

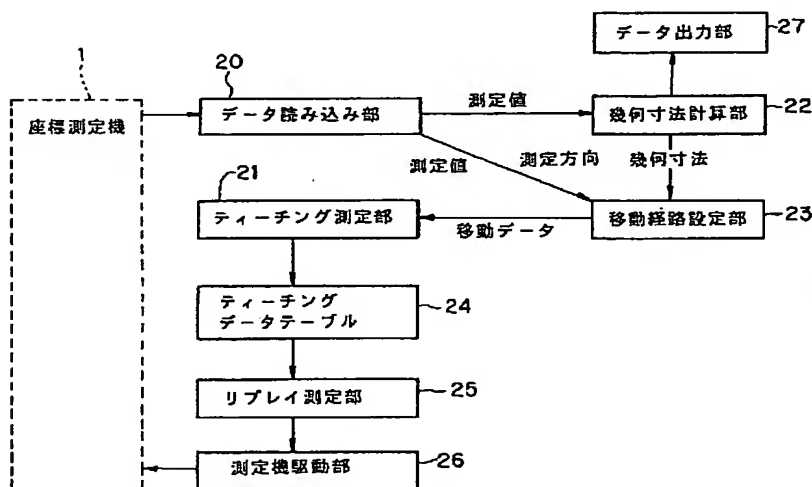
【図 11】図 11 は直線及び平面のティーチング測定を示す説明図である。

【図 12】図 12 は外径円のティーチング測定を示す説明図である。

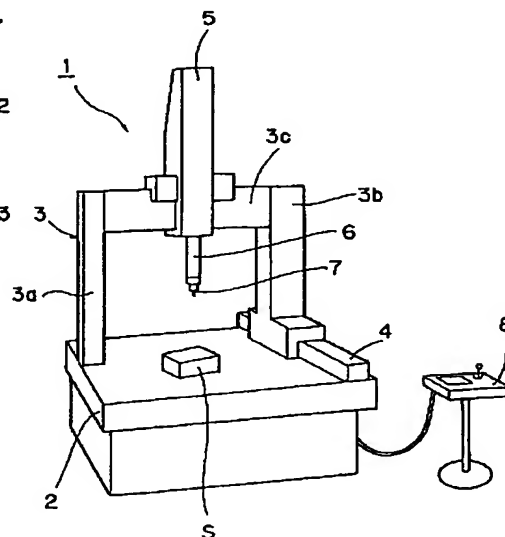
【符号の説明】

- 2 定盤（ベース）
- 7 プローブ（検出子）
- 20 データ読み込み部（測定データ読み込み手段）
- 21 ティーチング測定部（幾何形状指定手段）
- 22 幾何寸法計算部（幾何寸法演算手段）
- 23 移動経路設定部（移動経路設定手段）
- 24 ティーチングデータテーブル（記憶手段）
- S 被検物

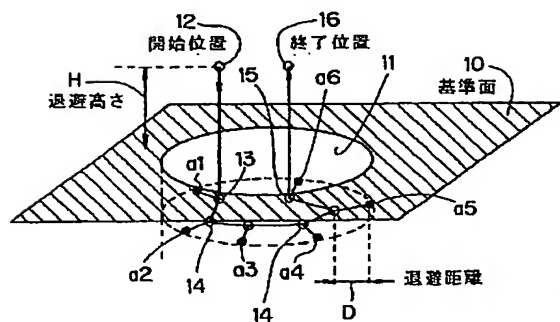
【図 1】



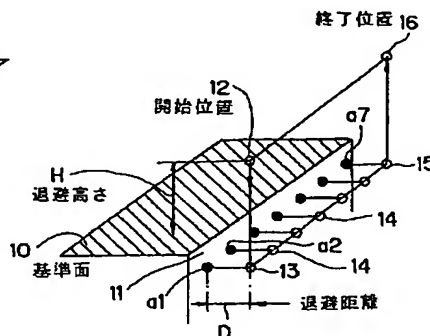
【図 2】



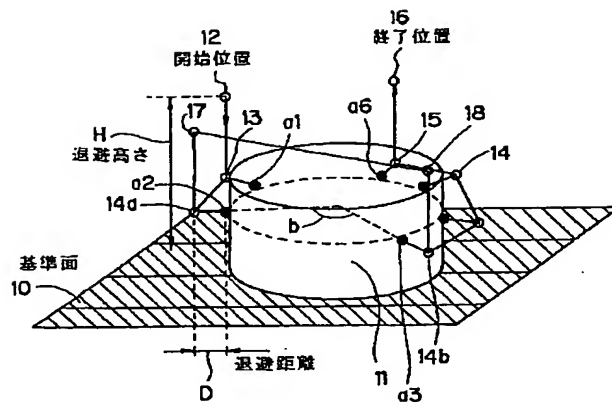
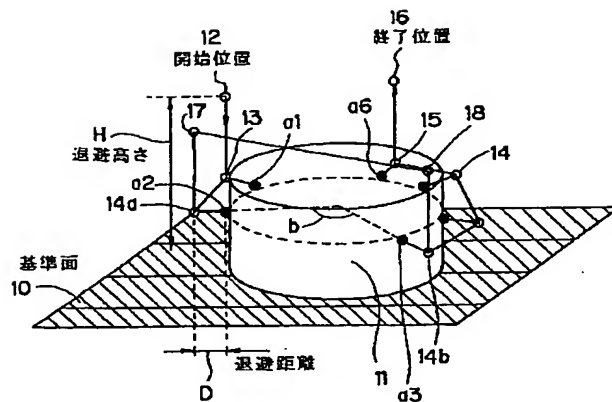
【図 10】



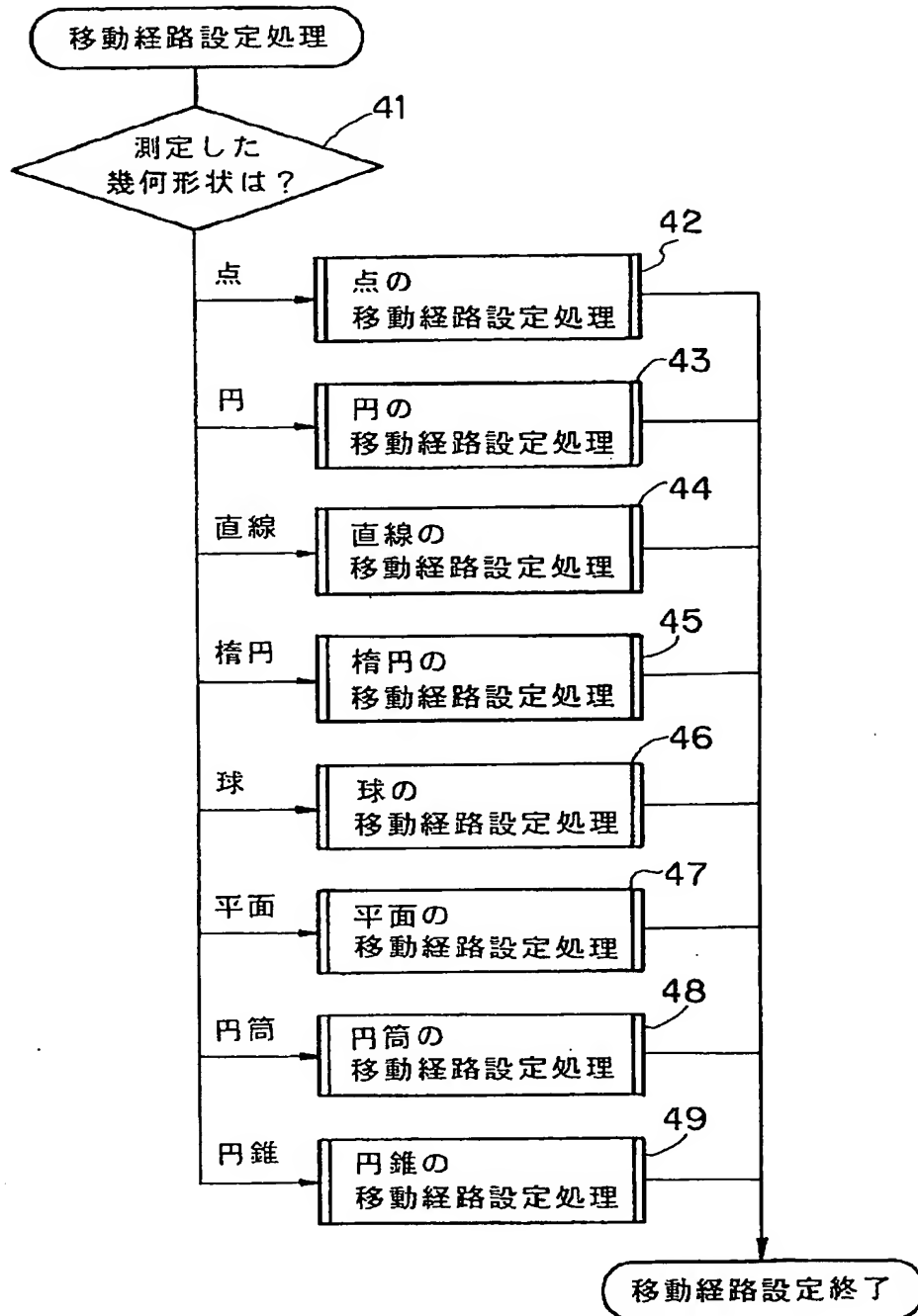
【図 11】



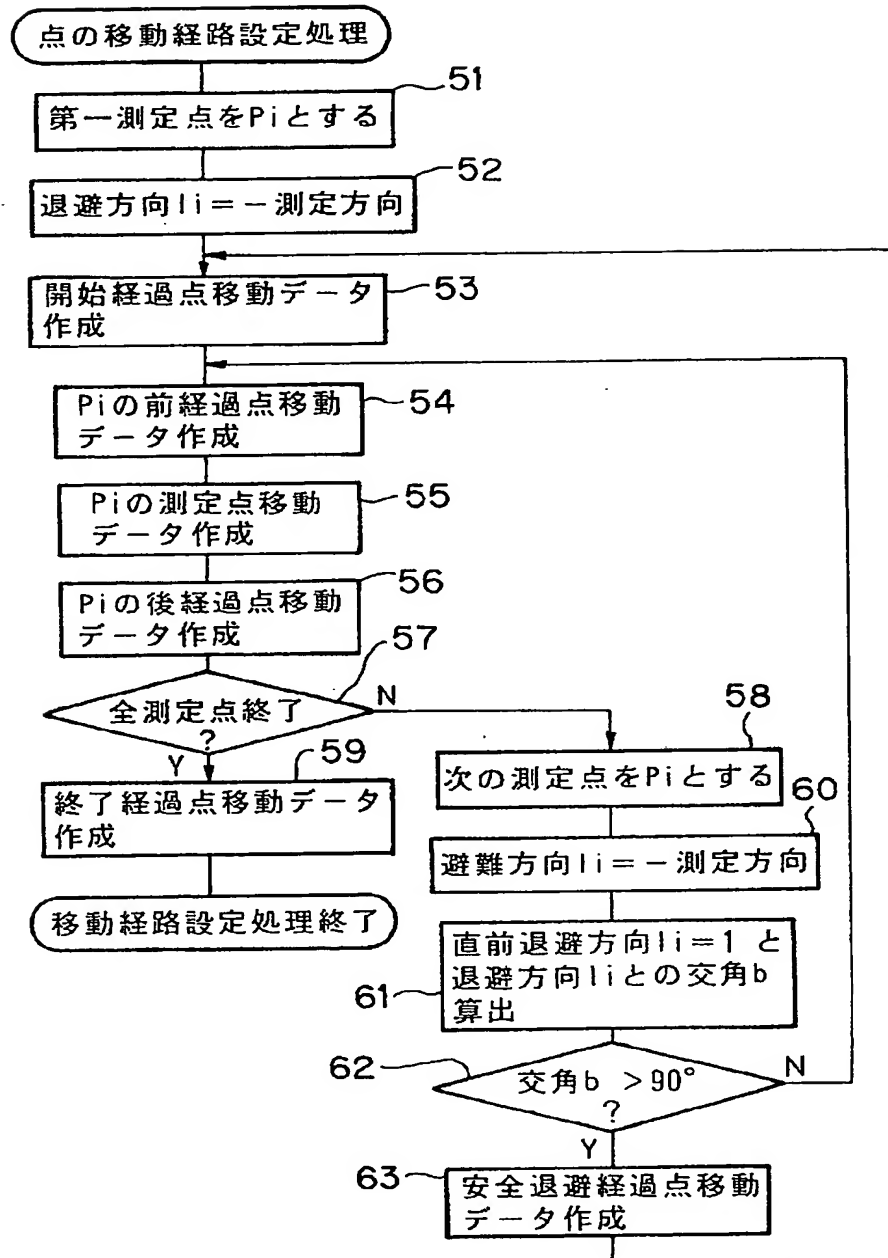
【图 12】



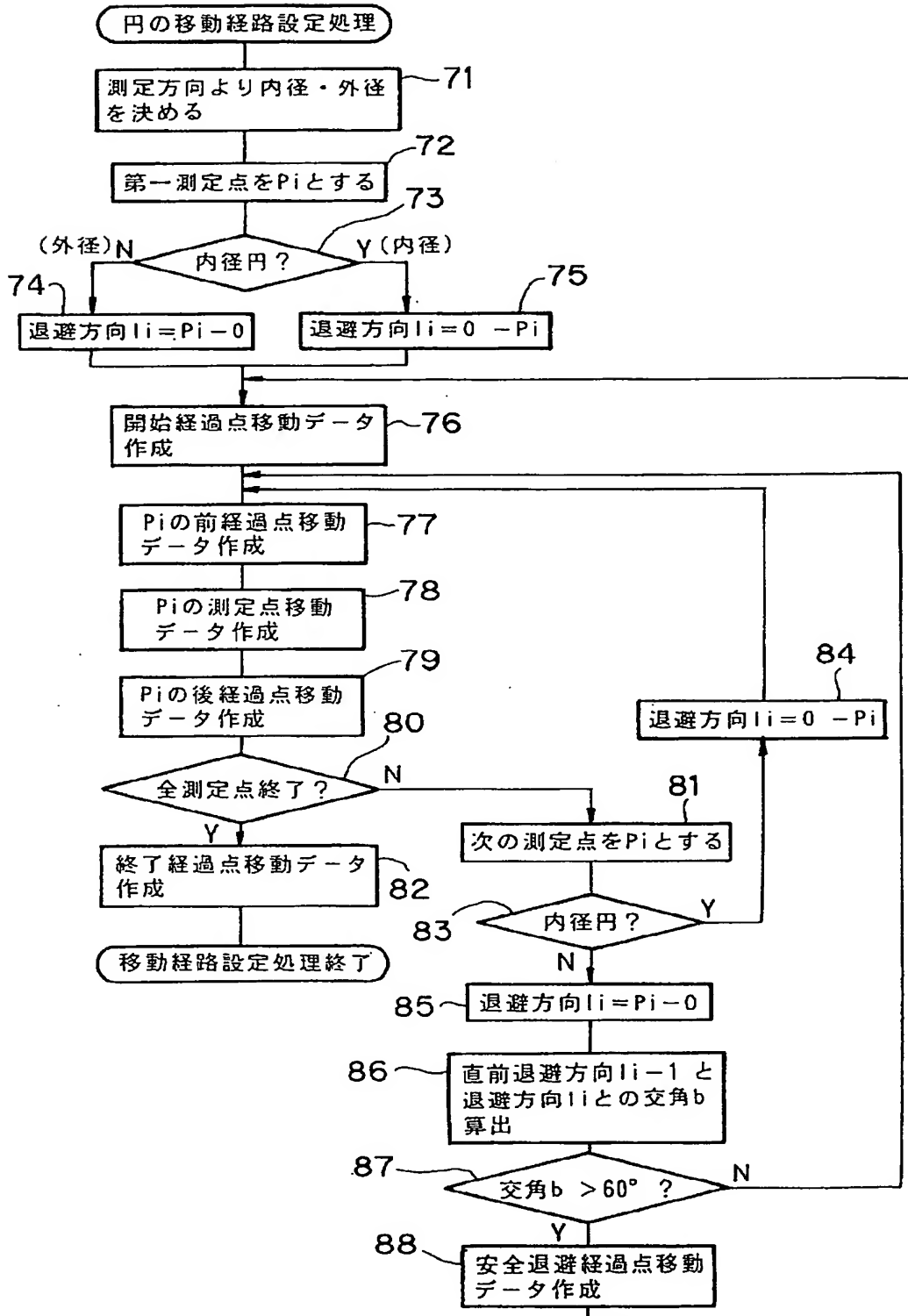
【図4】



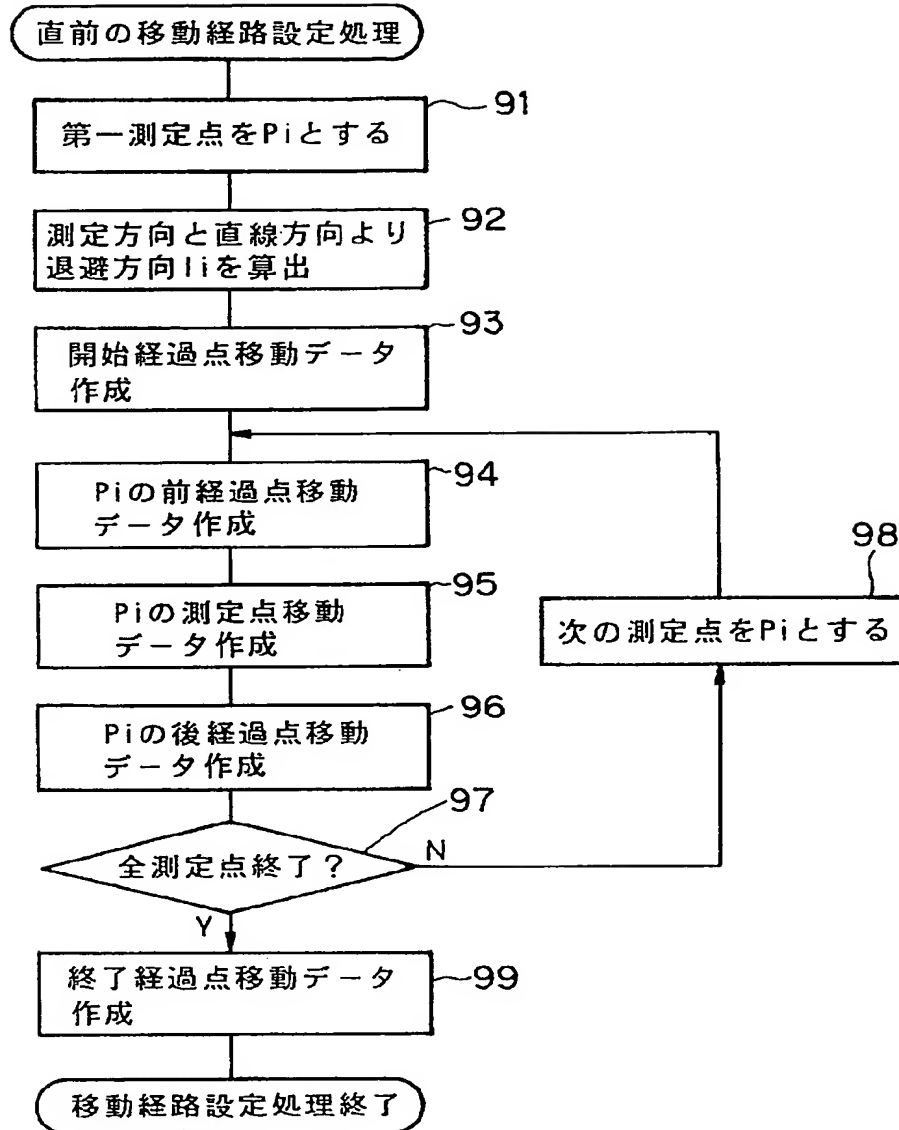
【図5】



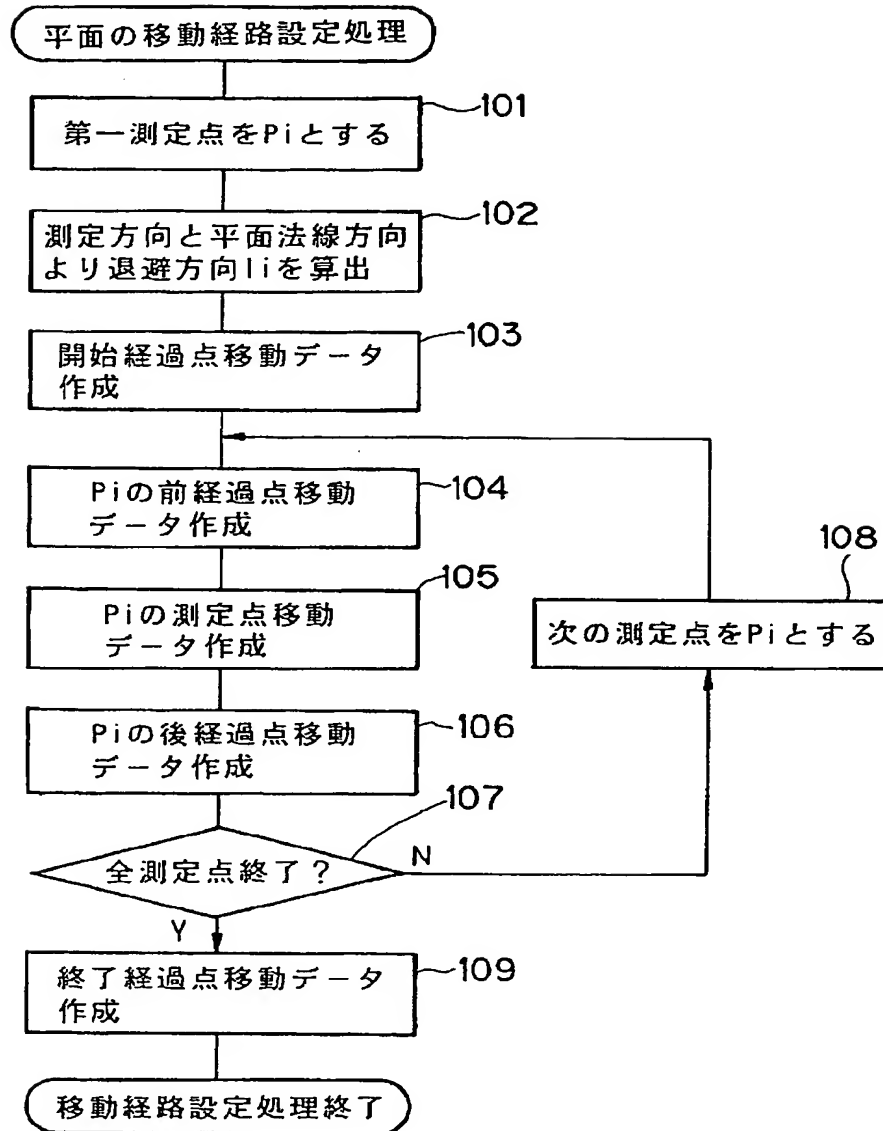
【図6】



【図7】



【図 8】



【図9】

